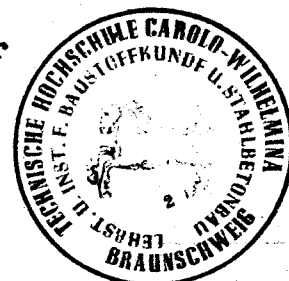


"Über das Verhalten von Falt-
werken unter Brandeinwirkung"

Kurzfassung eines Beitrags
zum IASS-Symposium Wien
29.-30.9.1970

INSTITUT FÜR BAUSTOFFKUNDE UND STAHLBETONBAU
DER TECHNISCHEN UNIVERSITÄT ZU BRAUNSCHWEIG

Prüfamt und Forschungsinstitut für Baustoffe und Bauarten

"Über das Verhalten von Faltwerken unter Brandeinwirkung"Professor Dr.-Ing. Karl KordinaInstitut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau der
Technischen Universität Braunschweig1971

Naturgemäß richtet der Ingenieur sein Hauptaugenmerk auf die Sicherung der Tragfähigkeit eines Faltwerks gegenüber den äußeren Lasten. Hierüber darf aber das Verhalten unter Brandeinwirkung nicht vergessen werden.

Das Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau der Technischen Universität Braunschweig verfügt über moderne Versuchseinrichtungen, die es gestatten, Bauteile in wirklichkeitsnaher Größe zu belasten und gleichzeitig einer definierten Feuerbeanspruchung zu unterwerfen. Im Zuge einer Forschungsarbeit über das Verhalten von Flächentragwerken aus Stahlbeton und Spannbeton und anhand einiger Einzeluntersuchungen an Faltwerken und Schalen haben wir Erfahrungen gesammelt, die erkennen lassen, daß das Brandverhalten von Massivbauteilen mit dünnen Abmessungen vergleichsweise schlecht ist, so daß zusätzliche Schutzschichten angeordnet werden müssen, wenn Feuerwiderstandszeiten von 30 Minuten oder mehr erzielt werden sollen.

Bild 1 zeigt den großen Brandofen des Instituts mit einem Z-förmigen, vorgespannten Faltwerk, das zur Durchführung des Brandversuchs bereits vorbereitet ist. Wie zu erkennen, wurde das Faltwerk teilweise mit Gewichten belastet, teilweise durch hydraulische Pressen. Es wurden zwei Faltwerke geprüft. Die Stützweite der beiden Faltwerke betrug etwas mehr als 11 m, ihre Bauhöhe etwa 1,60 m.

2

Bild 2 zeigt, daß unter Einwirkung der Brandbeanspruchung örtlich ein größerer Teil der Tragwerksfläche ausgebrochen ist. Dieser Ausbruch erfolgte bei allen unseren Versuchen explosionsartig. Bei einer Dicke des Faltwerks von 6 cm trat diese zerstörende Abplatzung nach etwa 26 Minuten ein, in einem zweiten Versuch mit einer Wanddicke von 7 cm nach 46 Minuten. Nur sofortige Entlastung und Beendigung der Feuerbeanspruchung verhinderte den Zusammenbruch des Tragwerks. Nach den vorliegenden Versuchserfahrungen wären also bei ungeschützten Flächentragwerken dieser Art schon nach kurzer Brandbelastung Schäden zu erwarten, die das Tragvermögen entscheidend vermindern können.

Bild 3 zeigt eine Dachkonstruktion nach einem wirklichen Brand, bei welchem Hyparschalen mit einer Dicke von 5-8 cm dem Feuer ausgesetzt waren. Der Einsturz der Mehrzahl dieser Schalentragerwerke erfolgte innerhalb eines Zeitraums von 10-25 Minuten nach Brandbeginn. Dies zeigt, daß die im Versuch gewonnenen Erfahrungen durch das Verhalten solch dünner Flächentragwerke bei wirklichen Bränden bestätigt werden.

Zu erwähnen ist, daß die bei Faltwerken oftmals vorgesehene Verglasung schon nach wenigen Minuten der Brandeinwirkung zerstört wird, wodurch die Flammen die Möglichkeit haben, nicht nur die Unterseite des Tragwerks, sondern auch seine Ränder und Teile der Oberseite zu beanspruchen. Da nahe dem Tragwerksrand vielfach Spannglieder angeordnet sind, entstehen hierdurch zusätzliche Gefahren.

Bild 4 zeigt ein Versuchsergebnis, das an einem Flächentragwerk mit einer schützenden Vorsatzschicht aus Perlite-Mörtel gewonnen wurde. Bei Brandbeanspruchung traten zwar auch Abplatzungen auf, - wie das Bild zeigt, - wegen der Schutzschicht aber sehr viel später. Bei einer Dicke der Mörtelschicht von etwa 5 cm gelang es, die Feuerwiderstandsdauer auf mehr als

120 Minuten zu steigern; bei etwa 3 cm Mörteldicke wird eine Feuerwiderstandszeit zwischen 60 und 90 Minuten erreicht.

Explosionsartige Abplatzungen in dünnen Flächentragwerken des Massivbaues nach kurzer Brandbeanspruchung entstehen vermutlich durch das Zusammenwirken mehrerer ungünstiger Einflüsse; entsprechende Untersuchungen an unserem Institut zeigten, daß hierunter vor allem die Eigenfeuchtigkeit des Betons, Druckspannungen im Beton aus Last, Vorspannung oder Zwängung und örtlich konzentrierte, besonders hohe Temperaturbeanspruchung zu nennen sind.

Bild 5 zeigt einen Ausschnitt aus systematischen Untersuchungen über diese Abplatzungserscheinungen, wobei allerdings Stahlbetonscheiben beiderseits beflammt wurden. Es zeigt sich, daß erst bei einer Stegdicke von etwa 10-12 cm und Betondruckspannung in der Größenordnung von 100 kg/cm^2 - wie sie ja bei Flächentragwerken durchaus üblich sind - Abplatzungen vermieden werden können. Bei einseitigem Feuerangriff führt die Versuchserfahrung kaum zu kleineren Dicken; es wird deutlich, daß die wirtschaftlichen Querschnittsdicken von 5-7 cm einer Schutzschicht bedürfen, wenn Feuerwiderstandszeiten von mehr als 30 Minuten gesichert werden sollen.

Bild 6 zeigt einen Versuch an einer dünnen Stahlbetonplatte, die einseitig und nur zu einem Teil dem Feuerangriff ausgesetzt wurde. Es ergaben sich interessante Rißbildungen, die einen Schluß auf die erheblichen Zwängungsbeanspruchungen zulassen, die zwischen dem beheizten und dem umgebenden, nicht beheizten Bereich auftreten und Abplatzerscheinungen begünstigen können.

Zusammenfassend läßt sich also sagen, daß bei Flächentragwerken des Spannbeton- und Stahlbetonbaues von weniger als 12 cm Querschnittsdicke die Gefahr frühzeitiger, explosionsartiger Abplatzungen besteht, die schlagartig das Tragvermögen so stark

vermindern können, daß ein Einsturz unausweichlich ist. Querschnittsdicken der hier genannten Größenordnung sind im allgemeinen unwirtschaftlich, weswegen bei dünneren Querschnitten zur Erzielung einer Feuerwiderstandsdauer von mehr als 30 Minuten schützende Schichten, z.B. aus Perlite-oder Vermiculite-Mörtel anzuordnen sind. Das Aufbringen dieser Schichten sollte möglichst nicht nach dem Versetzen der Bauteile im Bau erfolgen, sondern schon im Zuge des Produktionsvorganges vorgesehen werden. Zu beachten ist, daß bei der Herstellung dieser Putzschichten unvermeidbare Schwankungen in ihrer Dicke auftreten, die durch ein entsprechendes Vorhaltemaß aufgefangen werden müssen.

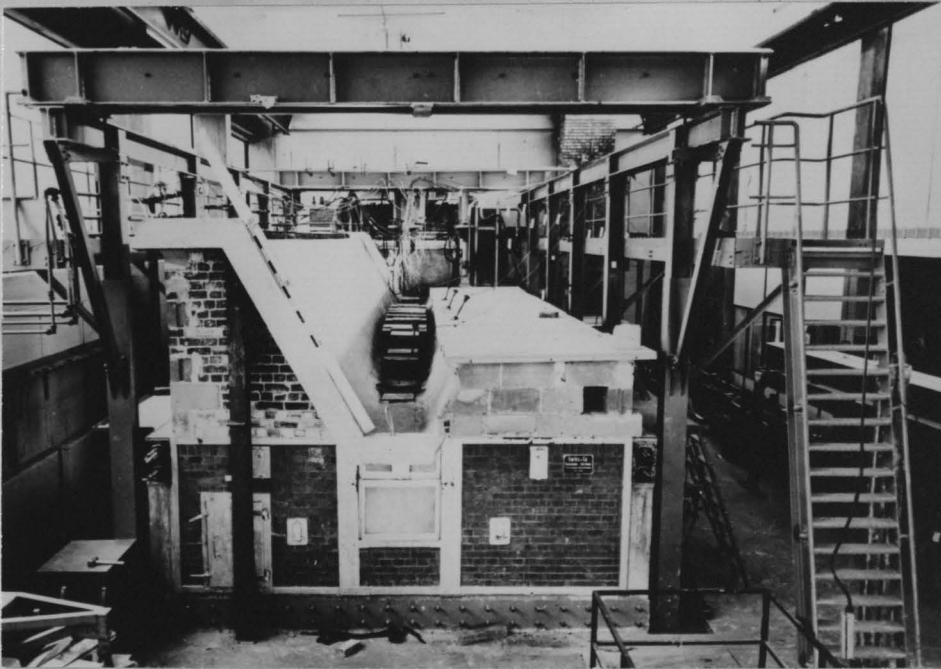


Bild 1: Deckenbrandofen mit Versuchsaufbau;
Z-förmiges Falwerk



Bild 2: Zerstörungen an einem dünnen, ungeschützten
Flächentragwerk im Brandversuch



Bild 3: Dachkonstruktion aus Hyparschalen
nach Brandeinwirkung

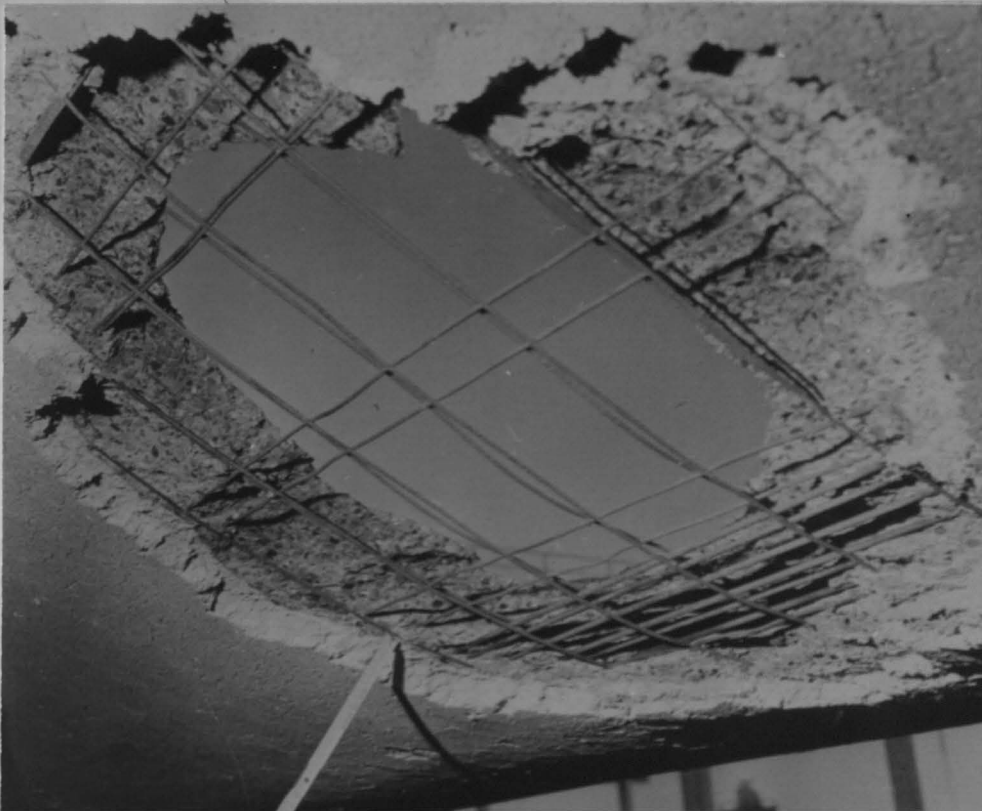


Bild 4: Abplatzungen eines Schalentragswerks

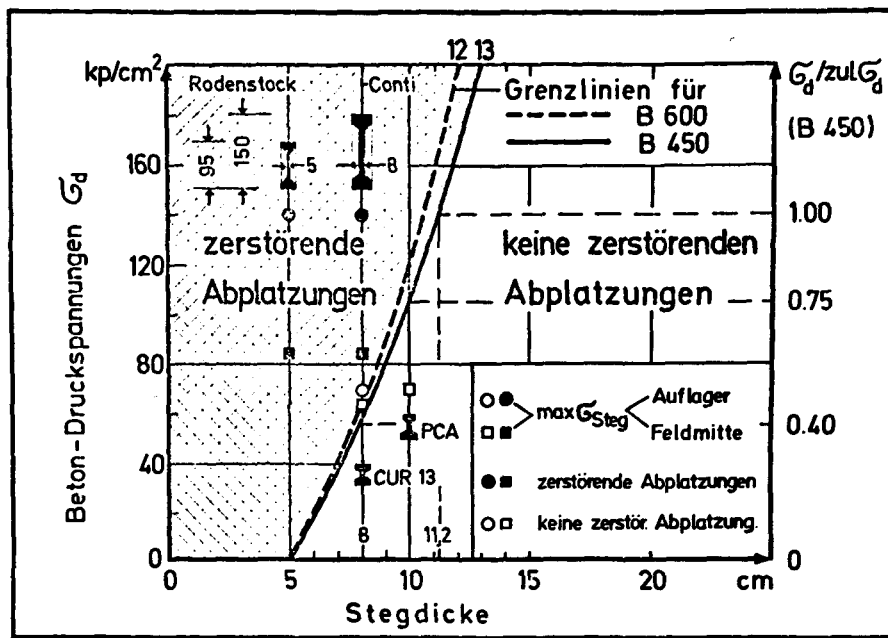


Bild 5: Abplatzungen als Funktion von Druckspannung und Stegdicke

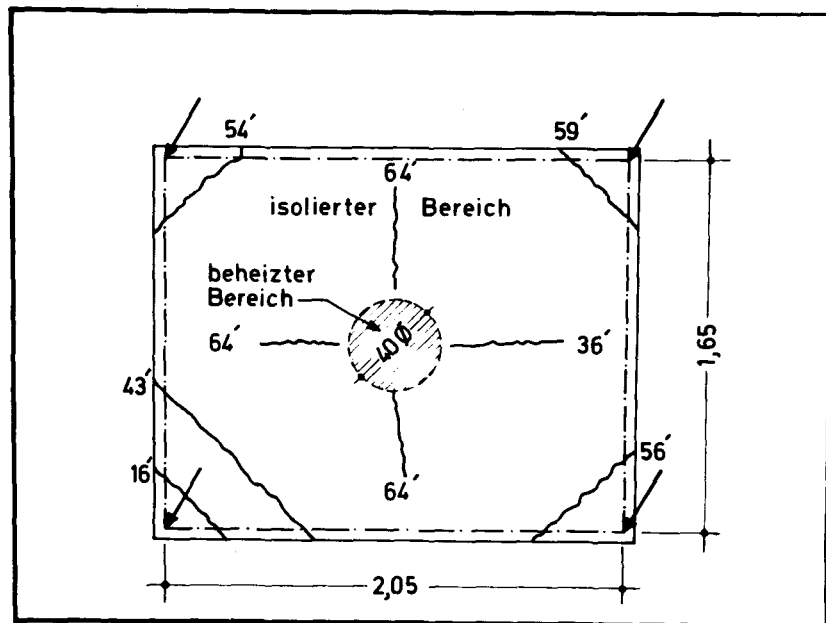
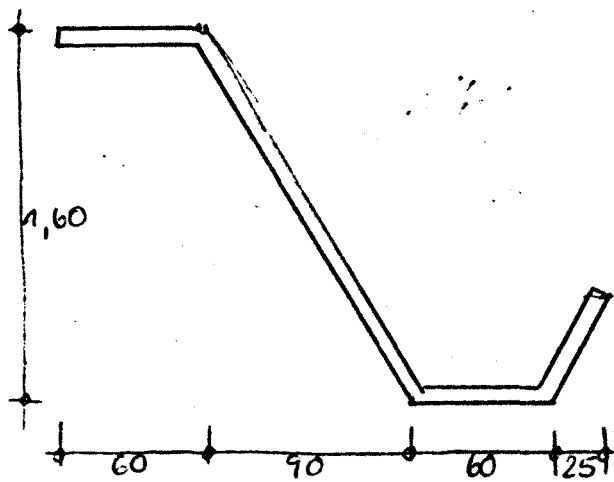


Bild 6: Rißbildung einer vollbelasteten, teilbeheizten Platte

Z-faltwerk (Dintan)



$$d = 7 \text{ cm}$$

$$L = 11,25 \text{ m}$$

Spanntension Sigma oval 40, 81 145 | 160
 schlaffe Beordnung B 82g

Beginn kleinerer H-platzungen nach 11 min,
 platzgleiche zerstörende H-platzg. 46

Bei $d = 6 \text{ cm}$ zerstörende H-platzung
 bereits nach 26 min.

HP-Schalen

$d = 5 \text{ cm}$ in Feldmitte

$d = 8 \text{ cm}$ am Schalende

$b = 2,50 \text{ m}$

$l = 15 \text{ m}$

Spannbehrung Feus M. 150/170

oderfe Behrning B7f

HP-Schalen mit Vorsatzlicht aus
Perlite-Mörtel geprüft;

bei $d_1 = 3 \text{ cm}$ Versagen durch
Abplatzungen zw. 60 und 90 min
(Bilder);

Verlängerung der F-Dauer auf
über 120 min mit $d_1 \sim 5 \text{ cm}$

Freiadriz gespannte, durchl. Platte
 $d = 10 \text{ cm}$

T_{krit} erreicht nach $\sim 40 \text{ min}$
F-Dauer jedoch 115 min

Zipfbildung im unteren Feld
zwischen 30 und 46 min

*Ferr
7.10.70*

Bearb.:	
Termin	vv.:
Eingangs	1.1. JAN. 1971
Brief Nr.	
z. Kenntnis c.	

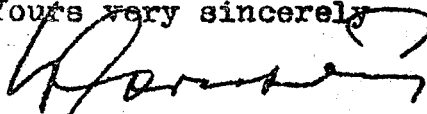
Re.: Publication of Contributions for the IASS Symposium
Vienna 1970

Vienna, Dec. 21st, 1970

Dear Colleague,

Having worked through the contributions and decided on the most suitable method of publication, I regret to inform you that your contribution in its present form does not meet the requirements of the photographic method. Before the symposium, an information sheet concerning the outer form of the contributions was distributed which I am afraid you did not consider. We add another information sheet and ask you to let us have your work once more in the appropriate original, in case this has not yet been done.

Yours very sincerely



Re.: Publikation der Beiträge für das IASS Symposium
Wien 1970

Sehr geehrter Kollege !

Nach Sichtung der Beiträge und Entscheidung über das bestgeeignete Druckverfahren muß ich Ihnen leider mitteilen, daß Ihr Beitrag in der vorliegenden Form den Anforderungen des Photographierverfahrens nicht genügt. Vor dem Symposium wurde ein Informationsblatt über die äußere Form der Beiträge versendet, das Sie leider nicht berücksichtigt haben. Wir legen ein solches Blatt nochmals bei und bitten Sie, uns bis zum 30. Jänner 1971 Ihre Arbeit im Original nochmals einzusenden, falls dies noch nicht anforderungsgemäß erfolgt ist.

Hochachtungsvoll

Dr. Krapfenbauer e.h.

Re.: IASS Symposium Wien 29.-30.9.1970

Recommendations for the execution of contributions as
-----basis for the reporters-----

All works should be sent to the Austrian IASS group,
attention Prof.Dr.Krapfenbauer, A 1180 Vienna, Pötz-
leinsdorferstraße 94, ~~till August 20th 1970 (deadline~~
~~August 31th 1970)~~.

The text as well as the figures should fit into a size
of 162 x 230 mm.

The figures should be pasted into the original or drawn
in with China ink or similar.

The pages should be numbered beyond the mentioned size.

The text should be written on type writer with a line space
of 1 1/2 lines.

Formulas or groups of formulas should be written with two
lines distances from the text above and below.

Photographies should also have this distance from the text.

Slides should have the size 5 x 5.

The first page should follow this scheme:

Title of work

Title of author

Name and residence of author

Short summary

In place of bank transfer of the registration fee also cheques
may be used.

Under separate cover you will shortly receive prospectus on
Austria.

Considering the shortness of time you might also contact your
general reporter personally; in this case I ask for copies
of letters.

Braunschweig, den 28.1.71
018/Ko/Ke

Herrn
Prof. Dr. K r a p f e n b a u e r

A 1180 W i e n / Ö s t e r r e i c h
Pötzleinsdorfer Str. 94

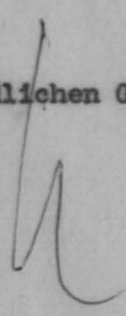
Betr.: IASS + Symposium Wien 29. - 30.9.1970

Sehr geehrter Herr Kollege!

Ich überreiche Ihnen anbei eine Kurzfassung meines Beitrages

"Über das Verhalten von Faltwerken unter Brandeinwirkung".

Mit freundlichen Grüßen



Anlage